# Le Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée : actions en faveur de la biodiversité

par

Isabelle LEBEL (1), Nicolas AUPHAN (1), Laurent BROSSE (1, 2) & Jean-Yves MENELLA (1, 3)

**RÉSUMÉ**. - Le premier volet 1993-2003 du Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée a nécessité un ensemble de travaux d'aménagement et d'ingénierie, d'études et de mesures réglementaires en faveur de la libre circulation des poissons sur le bassin Rhône-Méditerranée et Corse. Son objectif, le retour de l'Alose sur le Bas-Rhône en aval de l'Ardèche et ses affluents de rive droite (Gardon, Cèze, Ardèche), est désormais atteint puisque des aloses sont capturées et se reproduisent régulièrement dans la rivière Ardèche. En particulier, les études ont mis en évidence une sous-espèce endémique (*Alosa fallax rhodanensis*) qui renforce l'intérêt d'un programme de restauration des stocks dans une optique de maintien de la biodiversité. Le deuxième volet 2004-2008 du Plan Migrateurs est élargi en termes d'espèces (anguille, lamproies, salmonidés migrateurs, esturgeon) et en termes géographiques (affluents de rive gauche du Rhône, fleuves côtiers méditerranéens), et doit fournir les éléments scientifiques, techniques et financiers pour la définition de nouveaux objectifs à l'horizon 2009-2013.

**ABSTRACT**. - The migratory fish program: Actions for biodiversity.

The first part 1993-2003 of the migratory fish program on the Rhone-Mediterranean-Corsica basin demanded equipping and engineering, research and statutory measures to improve the circulation of the fish in the Rhone-Mediterranean-Corsica basin. Studies permitted to improve the knowledge of taxonomy, biology and ecology of the twaite shad in the Rhone and showed the evidence of an endemic subspecies (*Alosa fallax rhodanensis*), which re-enforces the interest of a stock restoration program to conserve the biodiversity. Studies have also allowed to pinpoint the optimal shad migration period and different factors influencing the reproduction ascent of the adults, and were particularly useful in a qualitative analysis of the extension of the zone colonized by shads, which has grown these past years. This first part of the migratory fish program ended in 2003, and its aim, "The return of the shad in the Bas-Rhône below the river Ardèche and its right side tributaries (Gardon, Cèze, Ardèche)", was successful since shads often migrate and reproduce in the river Ardèche. The second part 2004-2008 of the migratory fish program on the Rhone-Mediterranean-Corsica basin deals both with a greater number of species and a larger geographical zone. For shad, the program wants to assess results obtained previously in the Rhone basin and to extend its migration to the left side tributaries of the Rhone and other French Mediterranean basins. For eel, the program wants to develop the stock for reproduction and fishing, to open growth areas by clearing obstacles downstream. For lampreys and migratory salmonids, it is recommended to get further information about their status, their geographical distribution and their populations. For the sturgeon, since its disappearance from the Rhone in the 70's, a feasibility study for its reintroduction will deal with both specific determination and river analysis. All studies will finally allow to get scientific, technical and financial information for the definition of a new geographical strategy 2009-2013.

Key words. - *Alosa fallax rhodanensis* - Shad - Migratory fish - Developments - Studies.

Le Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée prévoit le retour des grands poissons migrateurs amphihalins (historiquement alose, anguille, lamproie marine, lamproie fluviatile et esturgeon, plus récemment salmonidés migrateurs issus des déversements systématiques de truites de souche domestique) sur le bassin du Rhône et sur les fleuves côtiers méditerranéens. Ce projet est l'application à l'échelle des bassins Rhône-Méditerranée et Corse des programmes développés par le ministère de l'Écologie et du Développement Durable et par le Conseil Supérieur de la Pêche à l'échelle nationale dès 1976 avec le Plan Saumon, étendu par la suite à l'ensemble des espèces amphihalines pour devenir le contrat "Retour aux sources" (1992). Ces programmes ont pour premier objectif l'équipement en passes à poissons des obstacles que rencontrent ces espèces lors de leur migration, première cause de leur régression.

Le premier volet 1993-2003 du Plan Migrateurs a été élaboré à partir des conclusions et propositions du schéma de vocation piscicole du Rhône (1991), et n'a donc concerné que la partie aval de ce bassin fluvial et qu'une seule espèce, l'alose (Anonyme, 1995). L'alose feinte est, en effet, une espèce emblématique à haute valeur patrimoniale du bassin, qui présente encore une population fonctionnelle dans la partie aval et dont la biologie doit permettre d'observer rapidement les résultats des actions entreprises en faveur de sa libre circulation. Ce premier volet s'est achevé en 2003 et son

(1) Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM), ZI du Port Fluvial, Chemin des Ségonnaux, 13200 Arles, FRANCE. [contact@migrateursrhonemediterranee.org]

(2) Adresse actuelle : Aqua-Logiq, 527 rue de la ZAC de la Petite Camargue, 34400 Lunel, FRANCE.

(3) Adresse actuelle : CPIE Rhône-Pays d'Arles, 38 route de Crau, BP 13, 13280 Raphele-les-Arles, FRANCE.

objectif, le retour de l'alose sur le Bas-Rhône en aval de l'Ardèche et ses affluents de rive droite (Gardon, Cèze, Ardèche), est désormais atteint puisque des aloses sont capturées et se reproduisent régulièrement dans la rivière Ardèche. Le Plan Migrateurs est entré depuis 2004 dans son deuxième volet dans le cadre du plan de gestion 2004-2008 du COGEPOMI des bassins Rhône-Méditerranée et Corse (Anonyme, 2003). Il concerne maintenant l'ensemble des fleuves de ces bassins et l'ensemble des espèces amphihalines.

En collaboration avec quatre DIREN (Rhône-Alpes-Délégation de bassin, PACA, Languedoc-Roussillon et Corse) et deux Délégations régionales du CSP (Montpellier et Lyon), l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, qui regroupe des Fédérations départementales de pêche et de protection des milieux aquatiques, l'Association des pêcheurs professionnels Rhône aval-Méditerranée et des associations de protection de la nature, assure la coordination du Plan Migrateurs, ainsi que la réalisation d'études et d'actions d'information-sensibilisation. Les travaux nécessaires à l'atteinte des objectifs assignés sont réalisés par les gestionnaires des obstacles à la migration, concessionnaires (Compagnie nationale du Rhône, EDF, petits producteurs) et les gestionnaires de cours d'eau (syndicats intercommunaux, établissements publics de bassin). Le financement de ces actions est assuré par l'État et ses établissements publics (MEDD, CSP, Agence de l'eau, VNF), par les aménageurs (CNR, EDF, syndicats intercommunaux), les Conseils régionaux et généraux, par MRM et des fondations (Nature et Découvertes).

Les enjeux du COGEPOMI et donc du Plan Migrateurs sont multiples : améliorer ou restaurer la libre circulation des poissons, restaurer physiquement les milieux, améliorer le fonctionnement des hydrosystèmes, maintenir la biodiversité et maintenir et développer des activités économiques, sociales et culturelles. En cela, le Plan Migrateurs répond aux objectifs de la Directive cadre européenne sur l'eau et de la Directive "faune-flore", la Stratégie nationale pour la biodiversité ainsi que plus globalement aux enjeux de développement durable. Les enjeux en termes de biodiversité sont, en effet, importants puisque les espèces visées par les actions du Plan Migrateurs sont pour la plupart inscrites dans les objectifs majeurs de préservation des espèces, à l'échelon national (Allardi et Keith, 1991 ; Keith *et al.*, 1992) et international (Tab. I).

## ACTIONS EN FAVEUR DE L'ALOSE

Les connaissances sur l'espèce restent anciennes et sommaires (Roule, 1924 ; Douchement, 1981) et doivent être approfondies et actualisées. En particulier, il subsiste des incertitudes sur la présence ou non de plusieurs espèces et sur la position taxinomique du taxon rhodanien.

Avec l'aménagement des grands barrages hydroélectriques du Rhône et les seuils sur les affluents, l'aire de répartition de l'alose a considérablement régressé (Fig. 1). Jusqu'au milieu du XX$^{e}$ siècle, les aloses remontaient le Rhône jusqu'au canal de Savière (lac du Bourget) et un certain nombre de ses affluents : Gardon, Durance, Cèze, Ardèche, Isère jusqu'à Grenoble, Saône jusqu'à Auxonne et Ain (Kreitmann, 1932 ; Pattee, 1988 ; Allardi et Keith, 1991). À partir de 1947, l'aire de répartition de l'espèce régresse rapidement sur le Rhône à la suite de la construction du barrage de Donzère-Mondragon qui bloque les aloses quelques kilomètres en amont de l'Ardèche (Gallois, 1947 ; Pattee, 1988). De ce fait, alors que les pêches d'aloses atteignaient 53 t entre Arles et Pont-Saint-Esprit en 1927, elles ne s'élèvent plus qu'à 10 t en 1950 (Rameye *et al.*, 1976 ; Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981). Des frayères sont encore signalées entre Beaucaire et Avignon, mais les aloses ne remontent plus guère au-delà de Lyon (Allardi et Keith, 1991). La construction en 1971 du barrage de Beaucaire-Vallabrègues, qui constitue le premier obstacle à la migration des aloses sur le Rhône et barre l'accès aux affluents, puis d'autres ouvrages plus tard, limiteront encore l'aire de remontée des aloses. Aussi, en 1988 et 1989, les captures moyennes annuelles réalisées par les pêcheurs aux engins ne sont plus que de 6,3 t (Changeux et Zylberblat, 1993). En 1993, au démarrage du Plan Migrateurs, l'alose n'était plus présente sur le Rhône qu'en aval du barrage de Vallabrègues (Quignard, 1978 ; Keiner, 1985 ; Allardi et Keith, 1991 ; Changeux et Pont, 1995).

L'espèce est signalée sur d'autres fleuves méditerranéens

Tableau I. - Statut des espèces migratrices amphihalines au titre de la préservation de la biodiversité. *[Status of diadromy migratory fish regarding protection of biodiversity.]*

| Statut | Convention de Berne | Convention de Bonn | Annexes directive habitat | CITES | Livre rouge français |
|---|---|---|---|---|---|
| Alose feinte du Rhône (ALF) | III | - | 2-5 | - | Vulnérable |
| Anguille européenne (ANG) | - | - | - | - | Vulnérable |
| Esturgeon commun (EST) | II | I | 2-4 | I | En danger/Disparu |
| Lamproie marine (LPM) | III | - | 2 | - | En danger |
| Lamproie fluviatile (LPF) | III | - | 2-5 | - | En danger |
| Truite de mer (TRF) | - | - | - | - | - |

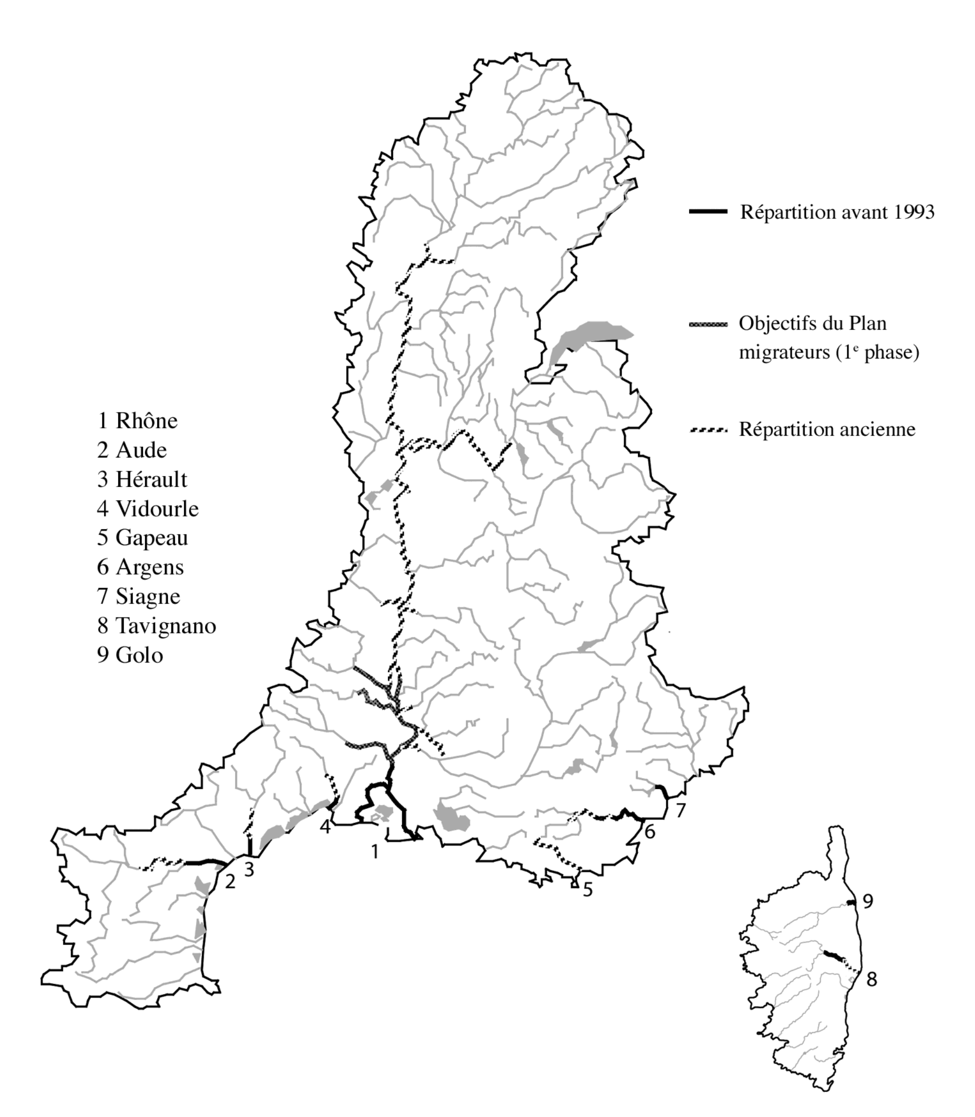



Figure 1. - Aire de répartition de l'alose sur le Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. *[Geographical distribution of shad in the Rhone-Mediterranean-Corsica Basin.]*

(Allardi et Keith, 1991). À la fin des années 60, l'alose remontait l'Aude jusqu'à Carcassonne, l'Hérault jusqu'à sa confluence avec le Lergue (environ 50 km) et le Vidourle jusqu'à l'amont de sa confluence avec la Bénovie (40 à 50 km de l'embouchure). De plus, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'alose était présente sur la quasi-totalité du linéaire du Gapeau, ainsi que sur l'Argens et la Siagne (Anonyme, 2000) et, en Corse, sur le Tavignano et le Golo (Almaça, 1988). Sur les fleuves du Languedoc-Roussillon (Aude, Hérault, Vidourle), l'aire de répartition des aloses a considérablement diminué et se trouve limitée à la partie aval des cours d'eau, jusqu'au premier obstacle et les niveaux de population semblent très faibles (Porcher, 1992). De même, sur les fleuves de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'aire de colonisation de l'alose a été fortement réduite par l'aménagement des cours d'eau. L'espèce est encore présente sur l'Argens (Langon, 1999a). En revanche, le doute persiste quant à la présence de l'alose sur le Gapeau et sur la Siagne. En Corse, les aloses sont présentes sur le Tavignano jusqu'à la microcentrale de Cardiccia (Langon, 1999b). Leur présence sur le Golo n'est pas confirmée.

## Objectifs du Plan Migrateurs pour l'alose

Pour l'alose sur le Rhône et son bassin versant, l'objectif est de poursuivre et conforter les résultats obtenus dans le premier volet "l'Alose jusqu'à l'Ardèche" (maximiser les effectifs présents dans la partie amont du bassin, élargir la zone d'action aux affluents de rive gauche, rendre accessible et protéger les zones de frayères). Sur les fleuves côtiers, les actions visent la reconquête par l'alose de zones de reproduction accessibles sur l'Aude, l'Orb, l'Hérault, le Vidourle, l'Argens et le Tavignano. Cela impose pour la période 2004-2008 d'acquérir les éléments scientifiques, techniques et financiers pour la définition de ce nouvel objectif. Parallèlement, une réflexion doit être menée pour la définition d'un nouvel objectif géographique à l'horizon du troisième volet 2009-2013 du Plan Migrateurs. En effet, à l'heure actuelle, nous ne sommes pas en mesure de dire s'il est possible et

intéressant de faire remonter les aloses jusqu'à la confluence avec la Drôme, ou bien jusqu'à Lyon, ou encore, jusqu'à leurs limites historiques de colonisation comme le préconise le SDAGE (lac du Bourget sur le Rhône et Dôle sur le Doubs).

**Moyens mis en œuvre**

Pour restaurer les voies de migration de l'alose, des travaux ont été réalisés à la fois sur l'axe principal du Rhône et sur les affluents. Ainsi les écluses de navigation des trois premiers ouvrages sur le Rhône (Beaucaire, Avignon, Caderousse) ont été aménagées par la Compagnie nationale du Rhône pour leur franchissement. De la mi-mars à la fin juin, le nombre d'éclusées spécifiques à poissons réalisées chaque jour est de deux (au minimum) à cinq (en période optimale de migration). Ces manœuvres permettent potentiellement aux aloses de remonter le Rhône sur 160 km jusqu'à l'aménagement suivant de Donzère-Mondragon et de retrouver l'accès aux affluents du Rhône, et en particulier le Gardon, la Cèze et l'Ardèche en rive droite, ciblés par le premier volet du Plan Migrateurs pour la restauration de la circulation piscicole.

Sur le Rhône court-circuité de Beaucaire, la passe à poissons du seuil de Beaucaire (immédiatement en aval de la confluence avec le Gardon) a été construite en 2001. Sur le Gardon, la passe du seuil de Bonicoli a été achevée en 1999. De plus, une étude globale sur les autres seuils (conception, plan et coût des passes à poissons) a été réalisée. La naissance d'un contrat de rivière en 2007 pourra constituer un contexte favorable et, progressivement, les aloses devraient retrouver un linéaire important sur la rivière. En effet, le projet de passe à poissons au seuil de Comps à la confluence doit faire l'objet en 2006 d'une révision, pour une construction en 2007. Au seuil de Callet, le CSP et le Syndicat mixte d'aménagement et de gestion hydraulique des Gardons ont demandé l'équipement en passe à poissons par le carrier en mesure compensatoire de l'extension d'une carrière en lit majeur. Un certain nombre de seuils ont été contournés ou effacés par les crues de 2002, ou endommagés d'où des projets de restauration qui devraient intégrer la problématique circulation des migrateurs amphihalins.

Sur la Cèze, une passe à poissons a été construite par la Compagnie nationale du Rhône sur le seuil de la confluence de Codolet et la construction de celle du seuil de Chusclan est en projet (Syndicat intercommunal de la Basse Cèze).

Sur l'Ardèche, les trois premiers seuils à l'aval ont été équipés par leur gestionnaire pour le passage des aloses. En effet, le seuil de Pont-Saint-Esprit (Compagnie nationale du Rhône) et de Saint-Julien de Peyrolas (Syndicat Ardèche Claire) ont été rendus franchissables par conception et une passe à poissons a été construite sur le seuil de Saint-Martin d'Ardèche (Syndicat Ardèche Claire). Les aloses retrouvent ainsi accès à des frayères de qualité à l'amont des gorges de l'Ardèche.

**Études scientifiques et techniques**

L'étude publiée par Douchement (1981), effectuée entre 1975 et 1978, concernait uniquement les critères biologiques et morphologiques et elle ne pouvait pas intégrer l'impact du barrage de Vallabrègues, mis en place peu de temps avant sa réalisation. Ainsi, au démarrage du Plan Migrateurs, aucune étude n'avait permis de lever les incertitudes sur la génétique et la taxinomie de l'alose feinte du Rhône. Celles qui ont été menées de 1994 à 1998 ont donc permis d'améliorer les connaissances sur sa taxinomie, sa biologie, son écologie et ses caractéristiques génétiques (Le Corre *et al.*, 1996 ; Le Corre *et al.*, 1998b ; Le Corre, 1999).

Ainsi seule *Alosa fallax rhodanensis* (Roule, 1924) est présente. Les caractéristiques de ce taxon, alliées à un phé-

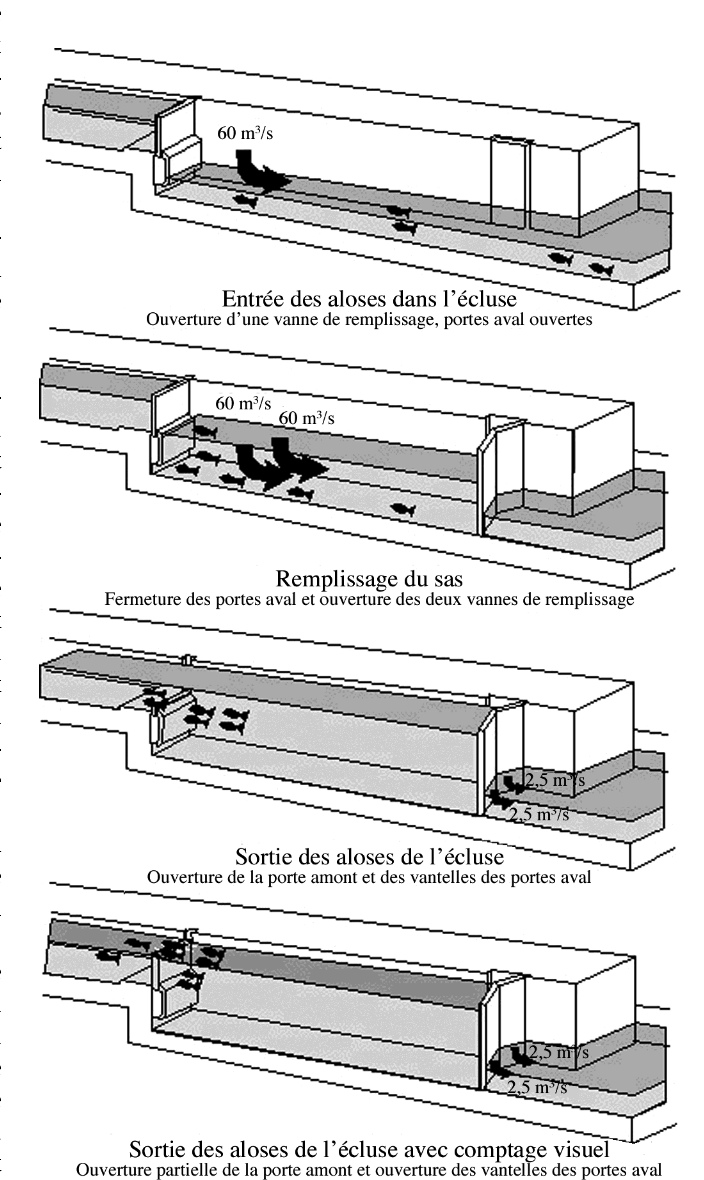



Figure 2. - Fonctionnement des écluses en passes à poissons. *[Functioning of locks as fish ladders.]*

nomène d'itéroparité important, le rattachent à l'alose feinte, bien que ses caractères biométriques (taille, poids, forte croissance) et ses longues distances de migration à l'intérieur du fleuve (avant les aménagements) le rapprochent de la grande alose. Les populations méditerranéennes étudiées (Rhône et Aude, auxquelles s'ajoutent les quelques individus capturés sur l'Hérault) sont génétiquement très proches entre elles. Elles représentent un groupe particulier se dégageant nettement des populations d'aloses feintes étudiées sur la façade atlantique, en France et au Portugal (Alexandrino, 1996 ; Le Corre, 1999) mais restent proches des populations les plus méridionales de la façade atlantique dans l'oued Sebou au Maroc (Le Corre *et al.*, 2005). Ainsi, les résultats des travaux génétiques menés sur les populations d'aloses feintes de Méditerranée suggèrent que l'alose feinte du Rhône devrait être considérée comme un groupe homogène bien identifié au sein de l'espèce *Alosa fallax* plutôt qu'une sous-espèce, en raison de la faible distance génétique et de la variabilité relative de certaines caractéristiques biométriques entre les aloses feintes méditerranéennes et atlantiques (*ibid.*). Cette spécificité du taxon rhodanien renforce l'intérêt du Plan Migrateurs et de la prise en compte de l'alose feinte du Rhône dans les programmes de maintien de la biodiversité.

Les études techniques permettent de préparer les aménagements éventuels, en regard des potentialités écologiques et de la circulation piscicole des milieux (identification, caractérisation des obstacles, réflexions et études en termes de type et de coût des équipements). Ce type d'études est donc essentiel à la pertinence de l'objectif et à la réussite générale des actions du Plan Migrateurs. En particulier, les essais de protocole des éclusées à poissons s'inscrivent dans le cadre des études préliminaires et correspondent à la définition et la mise au point d'une méthode de franchissement et de comptage. Ainsi, un protocole d'éclusage spécifique et différent des éclusées de navigation a pu être mis au point (Ruchon *et al.*, 1994 ; Béchu *et al.*, 1995 ; Gendre, 1997a-c), tenant compte des contraintes techniques inhérentes à la navigation et des exigences des aloses (Fig. 2). Le fonctionnement des écluses, en tant que passes à poissons, a été automatisé en 1996 pour Vallabrègues et respectivement en 1998 et 1999 pour Avignon et de Caderousse.

Les suivis d'évaluation concernent la migration (suivi de la pêcherie d'aloses sur le bassin du Rhône et sur les fleuves côtiers méditerranéens), l'activité de reproduction (suivi quantitatif de frayères sur le Rhône et ses affluents) et le franchissement d'obstacles (suivis de passes à poissons). Ces études de contrôle des résultats ont apporté des éléments importants sur le déroulement et le déterminisme de la migration de l'alose et sur l'évolution de l'abondance des aloses et leur extension géographique sur le bassin.

Le suivi de la pêcherie de 1995 à 2005 a permis de cerner une fenêtre optimale de migration des aloses de la mi-avril à la mi-mai et les facteurs influant sur la migration de reproduction des adultes (température, débit), en montrant notamment l'impact négatif du barrage qui crée un retard important voire un blocage total à la migration des aloses (Barthélémy, 1997 ; Barthélémy et Mazens, 1997 ; Lebel *et al.*, 1997 ; Pinon, 1998 ; Lebel, 1999 à 2006 ; Barral, 2001a), le retard observé à chaque ouvrage se cumulant au(x) précédent(s) et réduisant d'autant les effectifs d'aloses susceptibles de coloniser l'amont du bassin. Toutefois, l'aire de colonisation des aloses a incontestablement augmenté. En

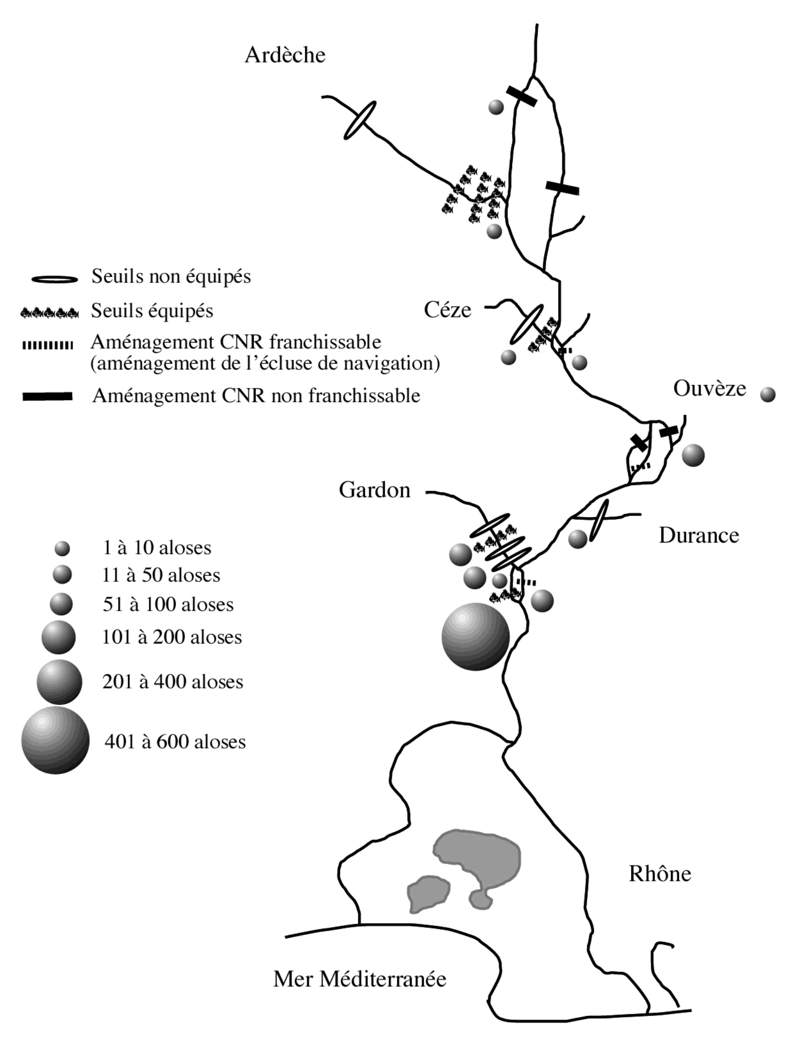



Figure 3. - Répartition des captures d'aloses par la pêche à la ligne sur le Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (2001). *[Geographical distribution of shad captures by angling in the Rhone-Mediterranean-Corsica Basin (2001).]*

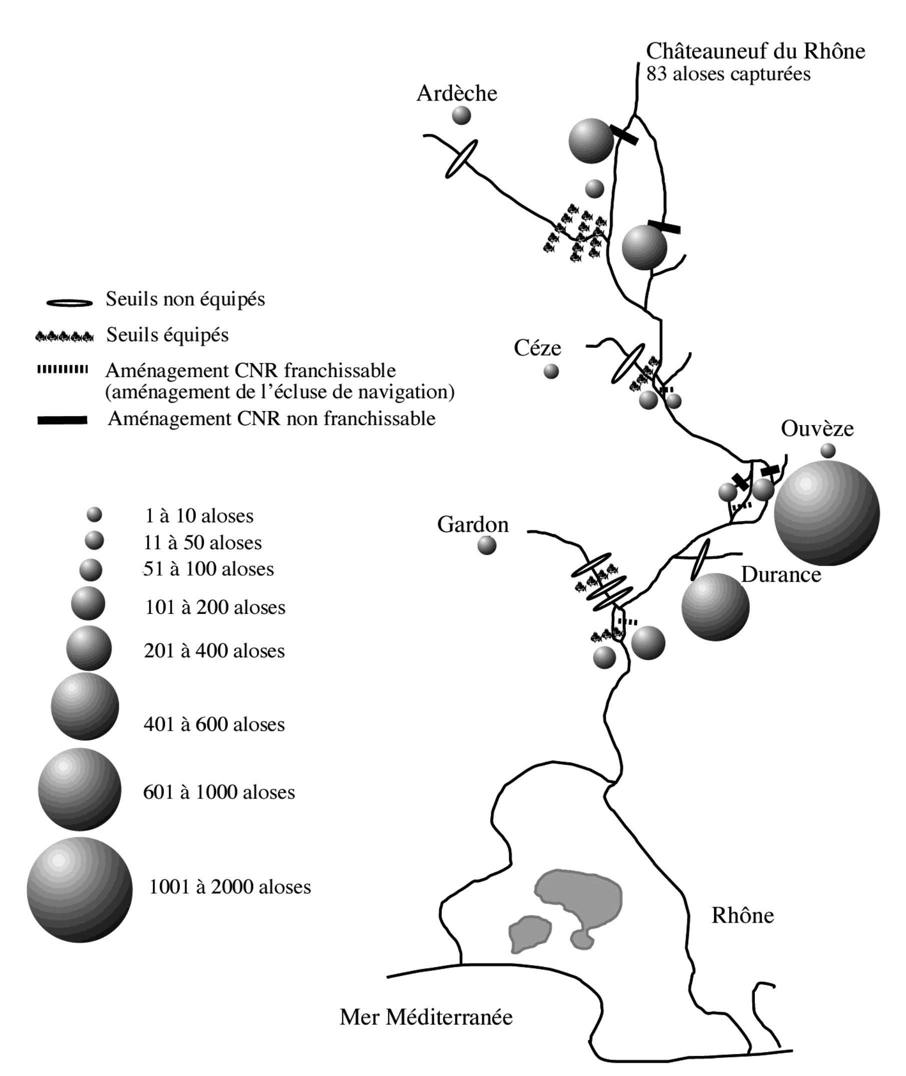



Figure 4. - Répartition des captures d'aloses par la pêche à la ligne sur le Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (2005). *[Geographical distribution of shad captures by angling in the Rhone-Mediterranean-Corsica Basin (2005).]*

effet, les suivis de la pêcherie et de la reproduction font apparaître au fur et à mesure des années une augmentation significative du nombre des captures de plus en plus loin en amont du bassin versant. Ainsi, des aloses sont présentes et se reproduisent en quantités régulières dans l'Ardèche. Des captures d'aloses et des observations d'alosons ont été signalées jusqu'à Châteauneuf-du-Rhône (cinquième obstacle depuis la mer), voire plus haut (Lebel *et al.*, 1997, 1999 ; Lebel, 1999 à 2006 ; Pinon, 1998 ; Barral, 2001a).

En termes qualitatifs, les mesures spécifiques mises en œuvre (éclusées à poissons, aménagement des cours d'eau, méthodes d'études et de suivi) ont donc permis d'atteindre l'objectif du retour de l'alose sur l'Ardèche et plus globalement la réouverture partielle des axes migratoires de l'alose sur le bassin du Rhône. Cependant, la zone effectivement colonisée une année donnée reste fortement liée aux facteurs du milieu et notamment aux conditions hydrologiques du Rhône et de ses affluents. En effet, le suivi de la pêcherie d'aloses sur le bassin du Rhône a permis de définir deux schémas annuels de migration et de colonisation du bassin par les aloses, tout aussi importants l'un que l'autre, et dont l'aménagement progressif doit être envisagé. Les années de colonisation "aval" (1999, 2001), les aloses semblent bloquées dans la partie aval du bassin, dans le bras court-circuité de l'ouvrage de Vallabrègues et dans le Gardon. Très peu d'individus parviennent jusque dans l'Ardèche (Fig. 3). Ces années coïncident avec l'occurrence de "forts" débits du Rhône qui rendent très attractif le bras court-circuité de Vallabrègues (premier obstacle à une soixantaine de kilomètres depuis la mer). Les années de colonisation "amont" (1997, 1998, 2000, 2002 à 2005), les aloses colonisent l'ensemble du bassin jusqu'à l'Ardèche, voire plus haut (Fig. 4). Ces années coïncident avec l'occurrence de "faibles" débits du Rhône. Les aloses circulent par le chenal de navigation et l'aménagement des écluses constitue un élément essentiel de la restauration des voies de circulation. Elles restent bloquées au niveau des grands ouvrages, *a fortiori* au barrage de Sauveterre non équipé de dispositif de franchissement (aménagement d'Avignon, second obstacle à une centaine de kilomètres depuis la mer).

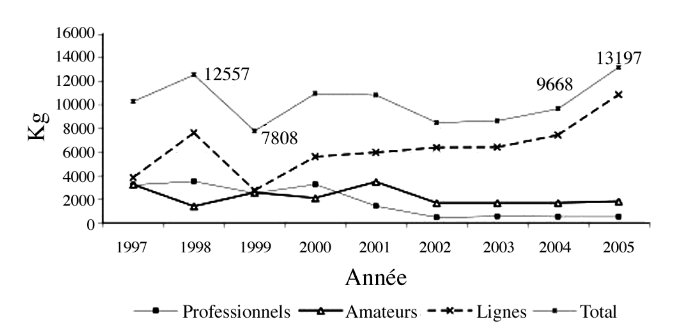



Figure 5. - Évolution des captures par pêche sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. *[Annual evolution of captures of the shad fishery in the Rhone-Mediterranean-Corsica Basin.]*

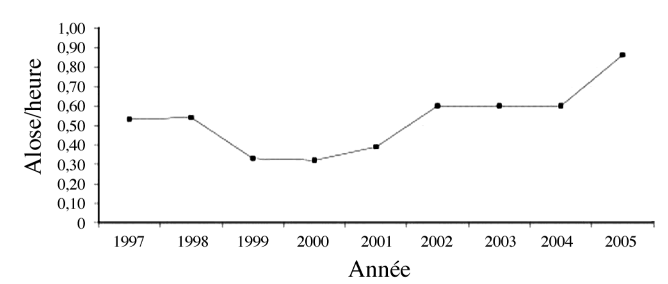



Figure 6. - Évolution des captures par unité d'effort de la pêche à la ligne sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. *[Annual evolution of captures per effort of angling in the Rhone-Mediterranean-Corsica Basin.]*

En termes quantitatifs, on ne dispose actuellement d'aucune estimation fiable du niveau d'abondance du stock et donc de son évolution depuis la mise en œuvre du plan migrateurs Rhône-Méditerranée (Lebel *et al.*, 1999). Tout au plus peut-on dire que le stock ne semble pas résiduel dans la mesure où il supporte une exploitation globale (pêche aux engins et à la ligne) entre 9 et 12 t par an (*ibid.* ; Lebel, 1999 à 2006 ; Barral, 2001) (Fig. 5). En 2005, on observe même une légère hausse des indicateurs d'abondance issus du suivi de la pêcherie (Figs 5, 6), qui pourrait suggérer outre l'augmentation de la zone colonisée par les aloses un effet des efforts entrepris sur le niveau de population, sur le Rhône mais aussi sur l'Aude, principale population sur les fleuves côtiers (Lebel, 2005).

Enfin, les études de repérage des frayères potentielles et actives et de suivi de la reproduction réalisées de 1993 à 1999 (Legault, 1993 ; Genoud, 1996, 1997 ; Ladet, 1996 ; Gendre *et al.*, 1997 ; Le Corre *et al.*, 1997 ; Mazens, 1997 ; Roure, 1997 ; Roure *et al.*, 1997 ; Champalbert, 1998 ; Genoud, 1999a, 1999b ; Roure et Sabatier, 1998) ont permis d'identifier un réel problème d'accessibilité aux zones de frai de qualité bonne à excellente situées en amont des cours d'eau. Il apparaît alors des frayères de substitution en aval des obstacles où l'activité de reproduction n'en demeure pas moins essentielle car elle assure le renouvellement du stock. L'observation directe d'une activité de reproduction (bulls) reste un indice de colonisation d'un site par les aloses et permet de mesurer l'efficacité des aménagements réalisés en aval de la zone de reproduction.

## ACTIONS EN FAVEUR DE L'ANGUILLE

On observe, depuis les années 1980, un net déclin des captures d'anguilles à l'échelle internationale qui indique de façon préoccupante la diminution du recrutement et du stock d'anguille européenne (Allardi et Keith, 1991) et qui rend d'autant plus difficile la définition d'objectifs de restauration. Dans le bassin RMC, l'état des connaissances sur l'anguille est très fragmentaire (Crivelli, 1998). On constate également une baisse d'abondance de l'anguille en zone méditerranéenne dans les années 1980 grâce aux données de captures de la pêche professionnelle lagunaire (Brana, 1996), ainsi qu'une régression de l'aire de répartition sur le bassin (Fig. 7), liée en partie à la construction des grands barrages qui induisent des problèmes à la fois à la remontée (franchissabilité, sélectivité) et à la dévalaison (mortalité).

Les mesures concernant l'anguille revêtent un intérêt d'autant plus important dans le contexte européen actuel de réglementation de la pêche pour la préservation de la ressource. Les objectifs sur le bassin du Rhône sont de développer significativement le stock disponible pour la reproduction et la pêche, de rendre accessible les zones de croissance jusqu'à l'Ardèche et dans les affluents de rive droite et de rive gauche, et de disposer de tous les éléments scientifiques, techniques et financiers pour arrêter une stratégie à long terme en sa faveur (jusqu'à Lyon ?). De plus, il est prévu d'élargir la zone de colonisation de l'espèce sur tous les fleuves côtiers méditerranéens.

Les actions de restauration pour l'anguille se déclinent d'une part en travaux, d'autre part en études préliminaires aux aménagements (Barral, 2001b, 2002), opérations de suivi et études à caractère scientifique (réseau d'épidémiosurveillance par exemple). Les travaux de restauration des voies de migration consistent en l'implantation au niveau des obstacles de dispositifs de franchissement spécifiques (rampe de reptation en tapis brosse, plots ever-green), comme au grau de la Fourcade sur la lagune du Vaccarès, sur le barrage de Mallemort sur la Durance ou en rive gauche (et bientôt en rive droite) de l'usine de Beaucaire. Des études ont été mises en place sur ces dispositifs pour vérifier leur fonctionnement et acquérir des informations sur la dynamique des populations (Crivelli *et al.*, 2005). L'ensemble des résultats des actions réalisées doit faire à terme l'objet d'un tableau de bord anguille, à l'image de ce qui est réalisé sur la Loire. Si les actions entreprises ont un effet sur le franchissement des obstacles vers l'amont, la prise en compte de la dévalaison est impérative dans les prochaines années pour

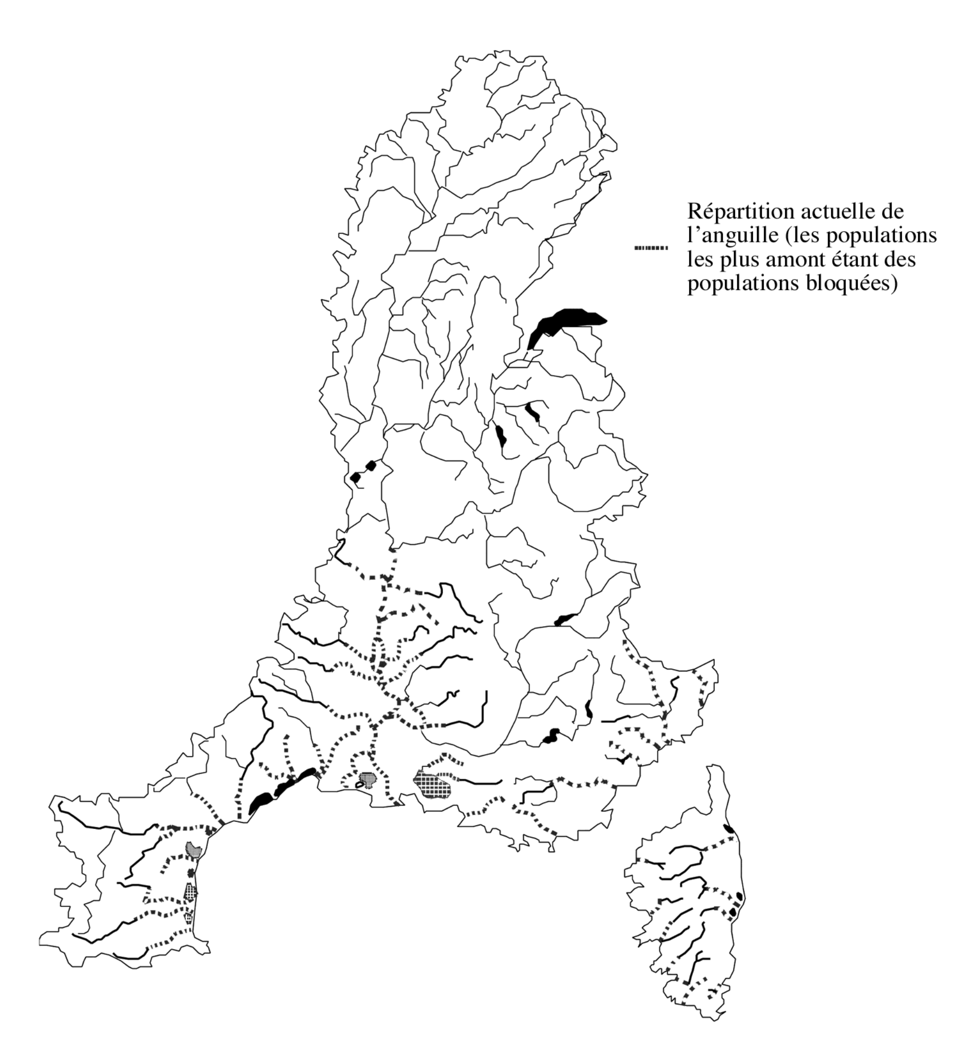



Figure 7. - Aire de répartition de l'anguille sur le Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. *[Geographical distribution of eel in the Rhone-Mediterranean-Corsica Basin.]*

ne pas anéantir les résultats lors du retour des anguilles adultes vers la mer.

## ACTIONS EN FAVEUR DES LAMPROIES

Les deux espèces de lamproies migratrices rencontrées dans le bassin du Rhône, la lamproie marine, *Petromyzon marinus* et la lamproie fluviatile, *Lampetra fluviatilis*, sont considérées comme vulnérables (Keith *et al.*, 1992) (Tab. I). Le manque de connaissances écologiques et biologiques pour l'ensemble des poissons migrateurs du bassin Rhône-Méditerranée-Corse est particulièrement marqué pour les lamproies (état des populations existantes, habitats essentiels) et très pénalisant en termes de gestion et de préservation.

Selon Hardisty (1986a, b), les traits d'histoire de vie de ces deux espèces restent mal connus en Europe et *a fortiori* sur le bassin RMC. Si l'existence de la lamproie marine dans le système aval rhodanien ne fait pas de doute aujourd'hui, celle de la lamproie fluviatile demande à être confirmée. Il faut noter que contrairement à ce qui se passe en France atlantique, il n'y a pas d'exploitation de la lamproie par la pêche professionnelle dans le bassin rhodanien. Cependant, depuis plusieurs années, les pêcheurs signalent une très nette réduction des captures accidentelles de lamproies. Il n'est pas possible en l'état actuel des connaissances de déterminer la ou les raisons de ce déclin, ce qui rend difficile la mise en place de mesures de préservation viables et efficaces.

Deux objectifs majeurs se dégagent pour la lamproie. Le premier est de mieux connaître son aire de répartition et ses populations. Le second, à plus long terme, est le maintien ou la restauration de ses voies de circulation et de ses zones de frayères, pour permettre le maintien voire l'extension des populations actuellement en place et ainsi préserver la biodiversité.

La connaissance de la biologie, l'écologie, la répartition et l'abondance des lamproies repose d'une part sur la mise en place d'un réseau de surveillance des captures, d'autre part sur une étude spécifique sur le Rhône en aval de Vallabrègues, premier grand barrage infranchissable, et sur le Gardon. Les objectifs de ce projet sont multiples : acquisi-

tion de connaissance sur la biologie et l'écologie de la lamproie marine et de la lamproie fluviatile dans le bassin du Rhône, répartition et estimation de l'abondance de ces deux espèces dans le bassin du Rhône ainsi que dans les fleuves côtiers méditerranéens, participation à la cartographie des variations écologiques et génétiques au sein du genre *Lampetra* en procédant à des échantillonnages en partie basse et haute de bassin versant et, communication et sensibilisation sur le thème de la lamproie. Ces études devraient apporter des éléments pour la mise en place à terme de mesures de conservation et de gestion réalistes et efficaces. Dans l'attente, les lamproies bénéficient a priori des mesures entreprises pour l'alose.

Le réseau de surveillance doit par ailleurs recenser les captures de salmonidés migrateurs et ainsi contribuer à clarifier leur statut sur le bassin RMC.

## RÉINTRODUCTION DE L'ESTURGEON SUR LE RHÔNE

Actuellement les 24 espèces d'acipenséridés à travers le monde sont menacées d'extinction (Rochard *et al.*, 1990 ; Birstein *et al.*, 1995, 1997). Des plans de gestion, et même de réintroduction, ont été mis en place pour certaines espèces (Bruch, 1999 ; Duke *et al.*, 1999 ; Wakeford, 2001). La France comptait plusieurs populations d'esturgeons, voire plusieurs espèces sur sa façade atlantique et en Méditerranée au début du XX^e^ siècle. La dernière population encore viable d'esturgeon européen *Acipenser sturio* fréquente le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne alors qu'au milieu du XIX^e^ siècle cette espèce était rencontrée depuis la mer Noire jusqu'à la mer Baltique. La population du Rhône semble avoir définitivement disparu entre 1970 et 1975 (Tabardel, 1994) avec quelques captures occasionnelles de juvéniles et adultes durant cette période dans la partie aval du fleuve ainsi qu'en mer. Selon cet auteur, la chute brutale des effectifs de la population d'esturgeons du Rhône a été amorcée au début du XX^e^ siècle. Deux espèces d'esturgeons sont susceptibles d'avoir fréquenté le bassin du Rhône. Il s'agit de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* et de l'esturgeon de l'Adriatique *A. naccarii* qui se trouvait dans les fleuves italiens et qui aurait également colonisé quelques fleuves méditerranéens et atlantiques (Hernando *et al.*, 1999 ; La Herran *et al.*, 2004).

Les objectifs généraux du projet sont la faisabilité de l'identification taxinomique de(s) espèce(s) présente(s) à partir de spécimens provenant du Rhône et de restes osseux, nécessaire à toute opération de restauration, l'analyse des potentialités d'accueil du milieu (frayères et zones d'alimentation) et une indispensable réflexion sur les impacts écologiques potentiels de la réintroduction d'esturgeon dans un bassin qu'il n'occupe plus. S'il est possible de déterminer quelle espèce d'esturgeon vivait dans le Rhône, si le milieu est jugé de qualité suffisante et si les impacts écologiques de la réintroduction de l'esturgeon sont jugés mineurs, alors le projet pourra entrer dans une deuxième phase préparatoire à la réintroduction.

### Recherche de spécimens d'esturgeon et de témoignages

La recherche de spécimens s'est effectuée auprès des muséums des départements riverains du Rhône et des départements côtiers ainsi qu'en Suisse, auprès des taxidermistes, des pêcheurs et des particuliers. Seuls sont retenus les esturgeons pour lesquels il est possible de donner le lieu de capture et, dans le meilleur des cas, l'année et le collecteur. Pour ces spécimens, il est prévu de prendre des photographies et des mesures (longueurs, nombre d'écussons pour chaque rangée, autres critères morphométriques) et d'effectuer des prélèvements de tissus pour la réalisation des analyses génétiques. Plusieurs voies de communication ont permis de toucher un large public et de collecter de l'information (témoignages et photographies) sur la présence de l'esturgeon dans le bassin du Rhône. Par ailleurs, près de dix méthodes moléculaires ont été employées pour déterminer l'espèce d'un esturgeon inconnu. Le séquençage de l'ADN mitochondrial est de loin le plus performant, la zone consensus étant le cytochrome b. C'est la méthode élémentaire la plus sûre qui sera employée en prenant de grandes précautions lors de la phase d'extraction de l'ADN (quantité et qualité des tissus).

Dans l'optique de la détermination spécifique précise des anciennes populations d'esturgeons du Rhône et de l'éventualité de la présence d'*Acipenser sturio* et d'*A. naccarii*, il est fait appel à la méthode de la morphologie comparative des divers éléments anatomiques (exosquelette du crâne, ceinture scapulaire, écussons dermiques). La collection de référence est constituée du matériel archéozoologique d'Arles (2 500 restes d'esturgeon, répartis entre le VI^e^ et le II^e^ siècle avant notre ère, mis à jour lors de fouilles du site protohistorique du Jardin d'hiver) reflétant une population encore équilibrée, malgré une pêche intensive et manifestement peu sélective qui a eu pour conséquence la disparition progressive et définitive de l'esturgeon en Méditerranée (Desse-Berset, 1994) et de squelettes contemporains pour *Acipenser sturio* et *A. naccarii* (individus congelés d'esturgeon européen au Cemagref de Bordeaux, spécimen complet d'esturgeon de l'Adriatique en Italie).

### Étude sur la qualité du milieu naturel

Un travail de bibliographie a été réalisé pour connaître les préférences en habitat de l'esturgeon, plus particulièrement pour les frayères (Jego *et al.*, 2002) et les zones d'alimentation (Beamish *et al.*, 1998 ; Brosse *et al.*, 2000 ; Brosse, 2003). Ces deux habitats sont prioritaires car ils sont indispensables au bon déroulement du cycle biologique de l'esturgeon. Ces connaissances servent à la réflexion concer-

nant les données nécessaires à la caractérisation des habitats rencontrés dans le Rhône dans le but de trouver des frayères et des zones d'alimentation favorables à l'esturgeon (Bournaud *et al.*, 1996). Un premier travail de recherche de données déjà existantes a été entrepris. S'il apparaît suite à ce travail de recherche que les données existantes sont insuffisantes, alors il sera nécessaire de mettre en place un travail de terrain complémentaire.

**Impacts écologiques potentiels de la réintroduction d'esturgeon dans le Rhône**

Ce travail est essentiellement théorique avec des recherches bibliographiques sur les travaux similaires tant chez l'esturgeon que chez d'autres espèces, pour les poissons comme pour d'autres groupes animaux. Les principaux risques identifiés sont sanitaires avec la possibilité d'introduire un agent pathogène ou parasite lors de la réintroduction de l'esturgeon. Les autres impacts potentiels identifiés sont liés à l'occupation des habitats et à l'exploitation des ressources alimentaires. L'esturgeon ne va-t-il pas entrer en compétition avec plusieurs espèces dont certaines sont peut-être déjà fragilisées ? Enfin, il faudra également penser aux relations / interactions entre l'esturgeon et les espèces qui n'étaient pas présentes au moment de sa disparition, comme le silure par exemple.

Les perspectives immédiates du projet concernent la poursuite du travail de génétique, de recherche de spécimens et d'information, d'archéozoologie et de connaissance sur le milieu. L'aspect le plus déficitaire étant la connaissance du milieu naturel, une attention particulière devra être apportée à ces aspects. Il est également indispensable d'approfondir la réflexion et la recherche de documentation sur les impacts écologiques potentiels de la réintroduction d'esturgeon dans un bassin versant duquel il est absent depuis 30 ans.

La suite du projet comportera tout d'abord des aspects administratifs indispensables avant d'engager toute action de réintroduction. Elle comportera également un renforcement des liens avec certains acteurs italiens (si l'esturgeon de l'Adriatique doit être réintroduit dans le Rhône) et avec les partenaires du projet européen de réintroduction de l'esturgeon conduit par le WWF et auquel participe MRM.

## DISCUSSION : LE PLAN MIGRATEURS ET LA BIODIVERSITÉ

Les enjeux du Plan Migrateurs en termes de préservation et de sauvegarde de la biodiversité sont particulièrement importants. En effet, les espèces visées par les actions du Plan Migrateurs sont pour la plupart citées comme vulnérables ou en danger (voire particulièrement menacées et à la limite de l'extinction pour l'esturgeon) et inscrites dans les objectifs majeurs des programmes de préservation des espèces (Conventions de Berne, Bonn, Directive habitat faune-flore, CITES, IUCN, Livre rouge français). Seule l'anguille n'apparaît dans aucun texte de référence. Considérée comme nuisible jusqu'en 1981, les populations ont largement décliné et elle devient de nos jours une préoccupation majeure à l'échelle internationale (Allardi et Keith, 1991). Selon les espèces, les effets du Plan Migrateurs sur la biodiversité sont remarquables au niveau local et/ou à l'échelle nationale.

De manière générale, la restauration de la connectivité sur le Rhône et ses affluents ainsi que sur les fleuves côtiers méditerranéens constitue un moyen d'augmenter ou de retrouver localement la biodiversité puisqu'elle permet à des espèces de recoloniser des espaces dans lesquels elles avaient disparu ou fortement régressé (alose en amont de Beaucaire et *a fortiori* plus en amont, lamproies, anguille). Parallèlement des mesures de protection des habitats (frayères notamment) assurent le maintien des espèces sur le bassin et à ce titre, toutes les études de diagnostic des milieux en termes de potentialités et de circulation apportent des éléments précieux. Le SDAGE RMC rappelle que tout poisson est migrateur. Les aménagements réalisés dans le cadre de ce Plan Migrateurs profitent ainsi à de nombreuses autres espèces non amphihalines mais migratrices à l'intérieur du bassin. Citons en particulier le cas de l'apron du Rhône, espèce endémique aujourd'hui quasiment disparue du fleuve Rhône et présente en faibles populations sur quelques affluents (Durance, Ardèche et un de ses affluents la Beaume, Drôme). Le Plan Migrateurs est un cadre complémentaire pour les politiques de gestion de l'apron et agit en concertation avec le deuxième programme Life Apron (porté par le Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels et le CSP), pour favoriser la libre circulation et le maintien de l'espèce. À titre d'exemple, une passe à poissons doit être construite sur le seuil de la confluence de la Drôme pour permettre le franchissement des aloses et des aprons. Sur l'Ardèche, une étude globale de décloisonnement de la rivière prend en compte ces deux espèces endémiques.

Pour l'alose, s'ajoute également un fort enjeu national en termes de biodiversité puisque les études ont permis d'identifier un groupe homogène bien individualisé au sein d'*Alosa fallax*, qui présente des caractéristiques biologiques et génétiques propres au bassin RMC. Toutes les actions en faveur d'*A. fallax rhodanensis* concourent donc de fait à la sauvegarde de l'ichtyodiversité sur le territoire national. De même, l'esturgeon ayant disparu du bassin du Rhône, son éventuelle réintroduction serait une action majeure dans la sauvegarde de l'ichtyodiversité sur le territoire national, puisqu'il n'est actuellement présent que sur le bassin de la Gironde. L'esturgeon *Acipenser sturio* reste une espèce emblématique, en situation très critique d'extinction et reconnue comme telle, qui justifie pleinement des programmes de grande envergure.

Pour l'anguille, les enjeux au niveau national et *a fortiori* international sont à plus long terme. D'une part, les bénéfices locaux en termes de biodiversité ne sont pas forcément immédiats, l'anguille est encore présente dans de nombreux milieux même en très faible quantité parfois. D'autre part, la durée de son cycle de vie est longue. Enfin, les efforts entrepris pour sa migration anadrome risquent d'être annihilés si l'on ne prend pas en compte rapidement la problématique de la dévalaison sur le bassin RMC.

Pour les lamproies, le Plan Migrateurs est dans une phase d'acquisition de données qui apportera des éléments biologiques et génétiques sur les populations en place ainsi que sur la répartition des populations. L'impact des actions se limite à moyen terme au niveau local (recolonisation d'espaces), mais pourrait revêtir un enjeu important en termes de biodiversité à plus long terme en fonction des informations recueillies.

En conclusion, le Plan Migrateurs constitue un levier majeur pour le maintien, la restauration, la préservation, l'augmentation de la biodiversité piscicole sur le bassin RMC mais a également des répercussions à l'échelon national.

**Remerciements**. - Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Conseil supérieur de la pêche, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse, Compagnie Nationale du Rhône, Électricité de France, Voies Navigables de France, Conseils régionaux Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes, Conseils généraux des Bouches-du-Rhône, de la Drôme et du Vaucluse, Ville d'Arles, Union nationale pour la pêche en France, Fédérations départementales des associations agréées de pêche et de protection du milieu aquatique et AAPPMA des départements de l'Ardèche, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard, du Vaucluse, de l'Ain, des Alpes-Maritimes, de l'Aude, de l'Hérault, de l'Isère, du Rhône, de la Savoie, de la Haute-Savoie et du Var, Union des fédérations de pêche du bassin du Rhône, Association des pêcheurs professionnels Rhône Aval-Méditerranée, Association des pêcheurs professionnels de Franche-Comté, FRAPNA, Association de défense de l'environnement de la vallée du Rhône, GECO ingénierie, École des Mines d'Alès, Association ECATE, Syndicat de gestion des gorges de l'Ardèche, Syndicat mixte d'aménagement et de mise en valeur du Vidourle et de ses affluents, Station biologique de la Tour du Valat, FISH-PASS, GRISAM, CNRS, Cemagref, Université des sciences et techniques du Languedoc, Université Nice Sophia Antipolis, Laboratoire écologie aquatique INRA Rennes, École nationale supérieure agronomique de Rennes et tous ceux qui concourent à la bonne marche du Plan Migrateurs Rhône-Méditerranée.

## RÉFÉRENCES

ALEXANDRINO P.J., 1996. - Estudo de populaçoes de savel (*Alosa alosa* L.) e savelha (*Alosa fallax* Lacépède). Analise da differenciaçao interspecifica, subestructuraçao e hibridaçao. Thèse de doctorat, 180 p. Université de Porto, Portugal.

ALLARDI J. & P. KEITH, 1991. - Atlas préliminaire des Poissons d'Eau douce de France. Campagne du Conseil de l'Europe "Comme un poisson dans l'eau". pp. 45-48. Muséum national d'Histoire naturelle, Conseil supérieur de la pêche, Cemagref, Ministère de l'Écologie et du Développement durable.

ALMAÇA C., 1988. - Compte rendu de la table ronde : les poissons des îles de la Méditerranée occidentale (Baléares, Corse, Sardaigne, Sicile). *Bull. Écol.*, 19: 2-3.

ANONYME, 1995. - Plan de Gestion des Poissons migrateurs 1995-1999. Rapport de Synthèse. COGEPOMI Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 33 p.

ANONYME, 2000. - Reconquête des axes de vie piscicole. Note Technique SDAGE n° 3. SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse. DIREN Rhône-Alpes Délégation de Bassin RMC, 84 p.

ANONYME, 2003. - Plan de Gestion des Poissons migrateurs du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse 2004-2008. Rapport de Synthèse. COGEPOMI du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 144 p.

BARRAL M., 2001a. - Suivi de la Pêcherie d'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) sur le Bassin du Rhône. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 48 p.

BARRAL M., 2001b. - Étude préliminaire à la Mise en Place d'un "Tableau de Bord Anguille" sur le Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 92 p.

BARRAL M., 2002. - État des Lieux de la Circulation piscicole sur les Affluents de Rive gauche du Rhône et les Fleuves côtiers méditerranéens. Hiérarchisation des Priorités d'Aménagement et Intégration des Résultats dans le Volet B du Plan Migrateurs. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 76 p.

BARTHELEMY C., 1997. - À l'Abri des Acacias en Fleurs... les Pêcheurs d'Aloses du Rhône. Campagne 1995. CNRS, DESMID, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 102 p.

BARTHELEMY C. & Y. MAZENS, 1997. - Suivi de la Pêcherie en Aval de l'Usine-Écluse de Vallabrègues. Estimation des Captures des Pêcheurs amateurs aux Engins. Campagne 1996, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 42 p.

BEAMISH F.W.H., DAVID L.G.N. & A. ROSSITER, 1998. - Feeding ecology of juvenile Lake Sturgeon, *Acipenser fulvescens*, in northern Ontario. *Can. Field. Nat.*, 112(3): 459-468.

BECHU D., BLANCHET A., TABARDEL M., MENELLA J.-Y. & L. GENDRE, 1995. - Suivi de la Remontée des Aloses au Niveau de l'Aménagement de Vallabrègues. Influence des Conditions de Milieu. Campagne 1994. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 32 p.

BIRSTEIN V.J., BEMIS W.E. & J.R. WALDMAN, 1995. - The threatened status of acipenseriform fishes: A summary. *In*: Sturgeon Biodiversity and Conservation. pp. 427-435. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

BIRSTEIN V.J., BEMIS W.E. & J.R. WALDMAN, 1997. - The threatened status of acipenseriform species: A summary. *Environ. Biol. Fish.*, 48(1-4): 427-435.

BOURNAUD M., CELLOT B., RICHOUX P. & A. BERRAHOU, 1996. - Macroinvertebrate community structure and environmental characteristics along a large river: Congruity of patterns for identification to species or family. *N. Am. Benth. Soc.*, 15(2): 232-253.

BRANA J.Y., 1996. - L'Anguille dans le Bassin RMC : Traitement et Essais d'Interprétation des Données des Pêcheries aux Engins amateurs et professionnelles. DIREN-DB RMC.

BROSSE L., 2003. - Caractérisation des habitats des juvéniles d'esturgeon européen, *Acipenser sturio*, dans l'estuaire de la Gironde : relations trophiques, hiérarchisation et vulnérabilité des habitats. Thèse de doctorat, 258 p. Univ. Toulouse III.

BROSSE L., ROCHARD E., DUMONT P. & M. LEPAGE, 2000 - Premiers résultats sur l'alimentation de l'esturgeon européen, *Acipenser sturio* Linnaeus, 1758 dans l'estuaire de la Gironde et comparaison avec la macrofaune estuarienne présente. *Cybium*, 24(3): 49-61.

BRUCH R.M., 1999 - Management of lake sturgeon on the Winnebago System. Long-term impacts of harvest and regulations on population structure. *J. Appl. Ichthyol*., 15(4-5): 142-152.

CASSOU-LEINS F. & J.J. CASSOU-LEINS, 1981. - Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'alose *Alosa alosa* L. Thèse de doctorat, 382 p. Institut national de polytechnique de Toulouse.

CHAMPALBERT E., 1998. - Inventaire des Frayères potentielles d'Aloses sur les bas et moyens Gardons. Campagne 1996. EVI, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 54 p.

CHANGEUX T. & M. ZYLBERBLAT, 1993. - Analyse des statistiques de pêche aux engins dans le bassin du Rhône. Deuxième partie : étude des captures. *Bull. Fr. Pêche Piscic*., 330: 271-294.

CHANGEUX T. & D. PONT, 1995. - Current status of the riverine fishes of the French Mediterranean basin. *Biol. Conserv*., 72(1995): 137-158.

CRIVELLI A.J., 1998. - L'Anguille méditerranéenne : Synthèse bibliographique. Tour du Valat pour le compte de la DIREN-DB RMC.

CRIVELLI A.J., AUPHAN N., CONTOURNET P. & J.-Y. MENELLA, 2005. - Étude de l'Amélioration du Recrutement en Civelles de la Lagune du Vaccarès. Campagne 2005. Station Biologique de la Tour du Valat, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 16 p.

DESSE-BERSET N. 1994. - Sturgeons of the Rhône during protohistory in Arles (6th-2nd century BC). *In*: Fish Exploitation in the Past. Proceedings of the 7th Meeting of the ICAZ Fish Remains Working Group (Louvain, Sept. 1993). *Ann. Mus. R. Afr. Centr*., 274: 81-90.

DOUCHEMENT C., 1981. - Les aloses des fleuves français *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) et *Alosa alosa* (Linné, 1758). Biométrie, écobiologie : autonomie des populations. Thèse de doctorat, 377 p. Université du Languedoc, Montpellier.

DUKE S., ANDERS P., ENNIS G., HALLOCK R., HAMMOND J., IRELAND S., LAUFLE J., LAUZIER R., LOCKHARD L., MAROTZ B., PARAGAMIAN V.L. & R. WESTERHOF, 1999. - Recovery plan for Kootenai River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *J. Appl. Ichthyol*., 15(4-5): 157-163.

GALLOIS C., 1947. - L'aménagement du Vivarais par la Compagnie nationale du Rhône. Ses incidences sur l'économie piscicole. Mesures tendant à les atténuer. *Bull. Fr. Pêche Piscic*., 146: 25-34.

GENDRE L., 1997a. - Franchissement par les Aloses de l'Aménagement de Beaucaire-Vallabrègues. Campagne 1994. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 73 p.

GENDRE L., 1997b. - Franchissement par les Aloses de l'Aménagement de Beaucaire-Vallabrègues. Campagne 1995. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 73 p.

GENDRE L., 1997c. - Validation de la Manœuvre d'Abaissement partiel de Porte Amont. Campagne 1995. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 31 p.

GENDRE L., MENELLA J.-Y. & C. DUMAS, 1997. - Suivi de la Reproduction de l'Alose feinte du Rhône. Campagne 1995. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 46 p.

GENOUD D., 1996. - Suivi des Frayères potentielles d'Aloses sur la Rivière Ardèche en Aval de Saint-Martin et le Rhône court-circuité. Campagne 1996. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 19 p.

GENOUD D., 1997. - Recherche et Caractérisation des Frayères actives d'Aloses sur le Rhône court-circuité entre Viviers et Pont-Saint-Esprit. Campagne 1997, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 40 p.

GENOUD D., 1999a. - Suivi de la Pêche d'Aloses en Ardèche. Rivière Ardèche et Fleuve Rhône. Campagne 1998. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 30 p.

GENOUD D., 1999b. - Suivi quantitatif de la Frayère de Saint-Montan ; Rhône court-circuité de Donzère-Mondragon, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 23 p.

HARDISTY M.W., 1986a. - *Lampetra marinus* Linnaeus, 1758. *In*: The Freshwater Fishes of Europe, Petromyzontiformes, Vol. 1/I, (Holcik J., ed.), pp 94-116. Wiesbaden, Allemagne: AULA-Verlag.

HARDISTY M.W., 1986b. - *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758). *In*: The Freshwater Fishes of Europe, Petromyzontiformes, Vol. 1/I, (Holcik J., ed.), pp. 249-278. Wiesbaden, Allemagne: AULA-Verlag.

HERNANDO J.A., VASILEVA E.D., ARLATI J., VASILEV V.P., SANTIAGO J.A., BELYSHEVA-POLYAKOVA L., DOMEZAIN A. & M.C. SORIGUER, 1999. - New evidence for a wider historical area of two species of European sturgeons: *Acipenser naccarii* and *Huso huso* (*Acipenseridae). J. Ichthyol*., 39(9): 841-845.

JEGO S., GAZEAU C., JATTEAU P., ÉLIE P. & E. ROCHARD, 2002. - Les frayères potentielles de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* L. 1758 dans le bassin Garonne-Dordogne. Méthodes d'investigation, état actuel et perspectives. *Bull. Fr. Pêche Pisc*., 365-366: 487-505.

KEINER A. 1985. - Au Fil de l'Eau en Pays méditerranéen. Aubanel, Avignon.

KEITH P., J. ALLARDI & B. MOUTOU, 1992. - Livre rouge des Espèces menacées de Poissons d'Eau douce de France et Bilan des Introductions. Coll. Patrimoines Naturels, 10, 111 p. Paris: SFF- MNHN, CSP, CEMAGREF, MEDD.

KREITMANN L., 1932. - Les grandes lignes de l'économie piscicole du bassin français du Rhône. *Trav. Lab. Hydrobiol. Pisc. Grenoble*, 27: 127-131.

LADET A., 1996. - Inventaire des Frayères potentielles d'Aloses sur le Bassin de l'Ardèche et le Rhône court-circuité. Campagne 1995, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 167 p.

LA HERRAN R., ROBLES F., MARTINEZ-ESPIN E., LORENTE J.A., REJON C.R., GARRIDO-RAMOS M.A. & M.R. REJON, 2004. - Genetic identification of western Mediterranean sturgeon and its implication of conservation. *Conserv. Gen*., 5: 545-551.

LANGON M., 1999a. - Étude des Aloses des Fleuves côtiers méditerranéens : l'Argens (été 1999). Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 21 p.

LANGON M., 1999b. - Étude des Aloses des Fleuves côtiers méditerranéens : le Tavignano (juin 1999). Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 19 p.

LEBEL I., LE CORRE M., SABATIÉ R. & J.-L. BAGLINIÈRE, 1997. - Suivi de la Migration et de la Pêcherie d'Aloses feintes du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) au Niveau du Barrage de Vallabrègues. Campagne 1997. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 74 p.

LEBEL I., BAGLINIÈRE J.-L., PORCHER J.P. & R. SABATIÉ, 1999. - Bilan des Actions et des Études menées par l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée de 1991 à 1998. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 57 p.

LEBEL I., 1999. - Suivi de la Pêcherie d'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) sur le Bassin du Rhône. Campagne 1999. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 66 p.

LEBEL I., 2002. - *Ibid*. Campagne 2001. Synthèse des années 1997 à 2001. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 60 p.

LEBEL I., 2003. - *Ibid*. Campagne 2002. Synthèse des années 1997 à 2002. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 73 p.

LEBEL I., 2003. - *Ibid*. Campagne 2003. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 68 p.

LEBEL I., 2004. - *Ibid*. Campagne 2004. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 51 p.

LEBEL I., 2005. - Suivi de la Pêcherie d'Aloses sur quelques Fleuves côtiers du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse : Aude, Hérault, Orb, Vidourle, Argens, Gapeau. Campagne 2005. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 23 p.

LEBEL I., 2006. - Suivi de la Pêcherie d'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) sur le Bassin du Rhône. Campagne 2005. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 44 p.

LE CORRE M., 1999. - Écobiologie et génétique des populations d'aloses (*Alosa fallax* spp.) de la Méditerranée française. Thèse, 190 p. ENSA, Rennes.

LE CORRE M., BAGLINIÈRE J.-L., SABATIÉ R., MENELLA J.-Y. & D. PONT, 1996. - Caractérisation morphologique et Biologie de l'Alose feinte du Rhône. Campagne 1996. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

LE CORRE M., MOULIN L., SABATIÉ R. & J.-L. BAGLINIÈRE, 1997. - La Reproduction de l'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) en Aval du Barrage de Vallabrègues. Campagne 1997, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 10 p.

LE CORRE M., ALEXANDRINO P., BAGLINIÈRE J.-L. & R. SABATIÉ, 1998a. - Caractérisation taxinomique et Suivi biologique de la Population d'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924). Campagne 1997, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 24 p.

LE CORRE M., BAGLINIÈRE J.-L. & R. SABATIÉ, 1998b - Caractérisation écobiologique et Génétique des Populations d'Aloses (*Alosa* sp.) présentes sur l'Aude. Campagne 1998. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 15 p.

LE CORRE M., ALEXANDRINO P., SABATIE M.R., APRAHAMIAN M.W., BAGLINIÈRE J.-L., 2005a. - Genetic characterisation of the Rhodanian twaite shad, *Alosa fallax rhodanensis. Fish. Manag. Ecol*., 12: 275-282.

LEGAULT A., 1993. - Expertise pour l'accès des aloses et des anguilles aux affluents du Rhône. Inventaire des sites potentiels de frai de l'Alose. *FISH-PASS*, 97 p.

MAZENS Y., 1997. - Suivi de la Reproduction de l'Alose feinte du Rhône en Aval du Barrage de Beaucaire-Vallabrègues. Campagne 1996. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 28 p.

PATTEE E., 1988. - Fish and their environment in large European river ecosystems: The Rhône. *Sci. Eau*, 7(1): 35-74.

PINON M.P., 1998. - Migration et Caractérisation biologique de l'Alose du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924). Suivi des Pêcheries (1996-1998) et Essai d'Estimation du Stock franchissant le Barrage de Vallabrègues. Campagne 1998. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 42 p.

PORCHER J.P., 1992. - Poissons migrateurs : Contrat "Retour aux Sources", Propositions d'Action. CSP, Ministère de l'Environnement, 169 p.

QUIGNARD J.-P., 1978. - Le Rhône et quelques Problèmes concernant ses Poissons ou Histoire non naturelle de ce Fleuve. Éditions Sabranenque, 23 p.

RAMEYE L., KIENER A., SPILLMANN C.P. & J. BIOUSSE, 1976. - Aspects de la biologie de l'alose du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de migrations. *Bull. Fr. Pêche Piscic*., 263: 51-76.

ROCHARD E., CASTELNAUD G. & M. LEPAGE, 1990. - Sturgeon (Pisces: Acipenseridae); threats and prospects. *J. Fish Biol*., 37(suppl. A): 123-132.

ROULE L., 1925. - Famille des Clupéidés. *In*: Les Poissons des Eaux douces de la France, pp. 69-83. Paris: Presses universitaires.

ROURE F., 1997. - Étude des Zones potentielles de Frai sur la Cèze. Campagne 1996, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 38 p.

ROURE F. & G. SABATIER, 1998. - Le Retour des Aloses sur la Cèze : Suivi de l'Efficacité de la Passe à Poissons de Codolet et des Frayères potentielles en Aval de Chusclan. Campagne 1998, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 34 p.

ROURE F., VELEZ M. & S. GARRIDOT, 1997. - Le Retour des Aloses sur la Cèze : Suivi de la Frayère de Substitution du Port de l'Ardoise, Laudun (30). Campagne 1997, Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 38 p.

RUCHON F., MENELLA J.-Y. & M. TABARDEL, 1994. - Reproductibilité du Franchissement par les Aloses des Écluses de Navigation sur le Bas-Rhône. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée, 47 p.

TABARDEL M., 1994. - Le Point sur la Situation de l'Esturgeon (*Acipenser sturio* L.) en Méditerranée occidentale et Possibilités de Réintroduction dans le Rhône. Rennes/Arles, ENSA Rennes, 57 p.

WAKEFORD A., 2001. - State of Florida Conservation Plan for Gulf Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*), Florida Marine Research Institute, 100 p.